# 以性費洛蒙／誘引劑爲基礎之楊桃害蟲綜合管理

黃振聲
台中縣　行政院農委會農業藥物毒物試驗所應用毒理組

## 摘　要

楊桃是台灣的特產，果實呈星狀別緻，果肉多汁可口，頗爲國人喜愛，部分則運銷國外。目前楊桃栽培面積約 1,738 公頃，年產量約 2.7 萬公噸，產值約 4.8 億元新台幣。台灣之楊桃害蟲種類有報導者約 20 餘種，較常見者大概 10 種。近年來爲害普遍且嚴重，必需採取防治措施的關鍵害蟲，主要有花姬捲葉蛾、東方果實蠅、葉蟎類及柑桔粉介殼蟲等四種。本文針對數種關鍵害蟲的發生時期、爲害習性、生活史及田間生態等做簡要描述，並摘要各害蟲的不同防治管理技術，尤其是花姬捲葉蛾與柑桔粉介殼蟲的性費洛蒙及東方果實蠅的雌、雄性誘引劑與相關應用技術均已成熟，已可利用做爲楊桃害蟲綜合管理之基本應用技術。另外，對於未來台灣果樹實施害蟲綜合管理計畫宜加強與改進之處，亦提出討論，以供參考。

**關鍵詞：楊桃、性費洛蒙、誘引劑、害蟲綜合管理。**

# 前 言

楊桃 (*Averrhoa carambola L.*) 屬酢醬草科常綠性灌木類果樹，又名星果、羊桃、五稜子、五斂子，英名 carambola 、 star apple (fruit) 或 five corner(41, 57) 。原產於亞洲南部，大約在馬來西亞半島至摩洛加群島一帶，屬熱帶或亞熱帶低地生長的常綠果樹 (7) ，相傳台灣於清朝始自廣東、福建等地引入種植，原作爲庭園觀賞之用，早期楊桃因酸澀不適口，品質低劣，而無商業性栽培 (41, 56) 。民國 50 年代間，優良實生變異品系 " 二林 " 、 " 蜜絲 " 、 " 秤錘 " 及其他品系陸續出現，品質改良，逐漸有商業性栽培，民國 54 年楊桃栽培面積僅爲 134 公頃，楊桃果實呈星形別緻，果肉多汁可口，除供生食外，尚可製造果汁、果漿、蜜餞、果酒與果醋等加工品，頗爲國人喜愛，民國 75 年栽培面積曾達高峰爲 3,054 公頃，主要分布於苗栗、台中、彰化、台南及屏東等地區，近年來亦有外銷國外的記錄，惟因受 WTO 開放進口水果的衝擊，民國 90 年栽培面積降爲 1,738 公頃，年產量約 2.7 萬公噸，產值約 4.8 億元新台幣 (1, 2, 41) 。

楊桃害蟲已知者有 20 餘種 (7, 10, 11, 12, 14, 15, 36, 37, 43) ，包括：爲害樹幹及枝條的膠蟲 (Lac insect, *Kerria lacca* (Kerr)) 、斑星天牛 (White spotted longicorn beetle, *Anoplophora maculata*(Thomson)) 、咖啡木蠹蛾 (Coffee leopard moth, *Zeuzera coffeae* Niether) ，爲害葉片及新枝梢與花穗的葉蟎 (Mites) 、柑桔粉介殼蟲 (Citrus mealybug, *Planococcus citri* (Risso)) 、淡圓介殼蟲 (Coconut scale, *Aspidiotus destructor* Signoret) 、小白紋毒蛾 (Small tussock moth, *Orgyia postica* (Walker)) 、台灣黃毒蛾 (Taiwan yellow tussock moth, *Euproctis taiwana* (Shiraki)) 、鳥羽蛾 (*Diacrotricha fasciola* Zeller) 、香蕉花薊馬 (Flower thrip, *Thrips hawaiiensis* (Morgan)) 、杜鵑粉蝨 (*Odontaleyrodes rhododendri* Takahashi) 、龐達巢粉蝨 (*Paraleyrodes bondari* Peracchi) 、台灣青銅金龜 (Green beetle, *Anomala expansa* Bates) 、赤腳青銅金龜 (*Anomala cupripes* Hope) 、白點花金龜 (*Protaetia orientalis* Gouy et Perchelon) 、大桔蚜 (Tropical citrus aphid, *Toxoptera citricidus* (Kirkaldy)) 、大避債蛾 (Giant bagworm, *Eumeta preyeri* (Leech)) 、綠葉蟬 (Mango green leafhopper, *Idioscopus clypealis* (Lethierry)) 、褐葉蟬 (Mango brown leafhopper, *Idioscopus niveospar sus* (Lethierry)) ，爲害果實的花姬捲葉蛾 (Carambola fruit borer, *Eucosma notanthes* Meyrick) 、粗腳姬捲葉蛾 (*Cryptophlebia ombrodelta* Lower) 、螟蛾 (*Sylepta* sp.) 、東方果實蠅 (Oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis* (Hendel))

等。調查青果集貨場裝箱楊桃含蟲害種類（表一），目前農民經常需要施藥防治的關鍵害蟲 (Key insect pests) ，只有花姬捲葉蛾、東方果實蠅、葉蟎及柑桔粉介殼蟲等四種。

表一、楊桃果實品質及含蟲率調查[1,2)]

Table 1. Survey on carambola fruit quality and pest-infested probability [1,2)]

| Items | No. of fruits | Percentage (%) |
|---|---|---|
| Fruits with good looking | 7,300 | 80.6 |
| Fruits with injured (bad) looking | 1,215 | 13.4 |
| Fruits with insect-infested lesion | 455 | 5.0 |
| Fruits with live insect | | |
| *Bactrocera dorsalis* larva | 72 | 0.795 |
| *Planococcus citri* nymph & adult | 8 | 0.088 |
| *Eucosma notanthes* larva & pupa | 4 | 0.044 |
| *Cryptophlebia ombrodelta* larva | 1 | 0.011 |
| Other moths larva | 2 | 0.022 |
| Total | 9,057 (ca. 1,807 kg) | |

[1)]Carambola fruits were come from Guei-Gou fruit collection site in Qwo-Shinq-Shiang of Taiwan Fruits Transportation and Marketing Cooperative. Carambola fruit was encased by paper bag with lower opening during fruit growing, and the sweetness is ca 7 to 8 Brix, and 70-100 fruits with 17 to 20 kg in weight were packed in a box.

[2)]259 carambola fruits from Jwo-Lan-Jenn with encased by sealed up bags during fruit growing were surveyed on Jan. to Mar., 1992, and the fruits with good looking, with injured looking, with insect-infested lesion were 64.1, 22.8, and 13.1%, respectively, and no alive insect was found.

本文就該四種關鍵害蟲的一般生物特性、爲害習性與田間生態以及綜合管理技術分述於后，並簡述幾種次要或偶發害蟲的防治策略，再針對台灣果樹（楊桃）害蟲生態系的一些特性，提出未來台灣果樹害蟲研究及綜合管理計畫實施改進之淺見，提供先進、同道之參考。

# 花姬捲葉蛾

## 一、花姬捲葉蛾生物特性及爲害生態

花姬捲葉蛾 (*Eucosma notanthes* Meyrick) 屬鱗翅目捲葉蛾科 (Tortricidae)，係台灣楊桃關鍵害蟲之一，自 1985 年始有其相關研究報告，其寄主除楊桃外，在澳洲胡桃、柑桔等亦偶有發現，楊桃生育期間若無適當防治措施，果實被害率可達 40-95% ，對果農收益影響甚鉅 (5, 9)。另有粗腳姬捲葉蛾及螟蛾 *Sylepta* sp. 的幼蟲會蛀食爲害楊桃果實，惟較少發現 (5, 15)。

花姬捲葉蛾一年可發生 8 代，以 7 至 11 月間發生最多。成蟲於清晨交尾，雌成蟲於傍晚產卵，將卵產於楊桃果實表面上，楊桃幼果期至成熟期間，均可遭受其爲害。初產的卵呈白色，經 1 ～ 2 日轉爲紅色，每隻雌蟲平均可產 120 粒卵。幼蟲孵化後即鑽入果肉內蛀食爲害，在蛀孔外可見排出的褐色顆粒狀蟲糞，此與果實蠅幼蟲蛀食果肉呈水浸狀有異。老熟幼蟲則外出，於乾枯的枝葉、果實上、樹皮及枝幹間隙縫結繭化蛹。花姬捲葉蛾各蟲期發育所需時間主要隨溫度變化而異，在 25 ± 2 °C時，卵期爲 5.9 日，幼蟲期 18.4 日，蛹期 9.9 日，雌、雄成蟲壽命分別爲 17.4 及 14.9 日，完成一世代需時 30-40 日 (9, 13, 14)。

## 二、害蟲綜合管理技術

### 1. 性費洛蒙利用：

花姬捲葉蛾性費洛蒙已被分離鑑定爲順八-十二烯醇乙酸酯 ((Z)-8-dodecenyl acetate, Z8-12:Ac) 及順八-十二烯醇 ((Z)-8-dodecenol, Z8-12:OH) ，兩者以 1:0.5 至 1:1.5 混合比例之誘蟲效果最佳 (16, 24, 28, 55)。最佳誘捕系統爲含 0.5-1 mg 性費洛蒙橡皮帽誘餌搭配無色透明的三層式寶特瓶誘蟲器，誘餌之持效性長達 6 個月 (26)。性費洛蒙在楊桃花姬捲葉蛾綜合管理之利用方式有以下三種方法 (17, 32)。

(1)監測法 (18, 27)：

可於楊桃園中設置 2-4 個含性費洛蒙誘餌的三層寶特瓶誘蟲器，懸掛於通風處，誘蟲器離地約 150 公分，誘蟲器間距離約 10-15 公尺。每週檢查花姬捲葉蛾之誘捕蟲數，作爲施藥防治與否的指標，一般當每週平均誘蟲數低於 5-10 隻時，可減少施藥防治次數。另外，也可比較施藥前與施藥後的誘捕蟲數，做爲施藥防治效果的參考。

1990-1992 年間曾於彰化縣員林鎮與苗栗縣卓蘭鎮楊桃園利用性費洛蒙監測花姬捲葉蛾族群發生情形，結果顯示兩地每年花姬捲葉蛾發生之趨勢相當一致，每年

4-6 月間蟲口密度較低，惟員林地區之蟲口密度（ 10-172 隻 / 誘蟲盒 / 週）較卓蘭地區者（＜ 60 隻 / 誘蟲盒 / 週）爲高，誘蟲數起伏亦較大，此與員林地區楊桃園的栽培管理較粗放有關。

⑵大量誘殺法 [18] ：

每分地楊桃園懸掛 4-8 個性費洛蒙誘蟲器，實施整年長期誘殺花姬捲葉蛾雄蟲，可有效降低其族群密度。曾於 1993-1997 年間於南投縣國姓鄉楊桃園中進行試驗，比較利用性費洛蒙大量誘殺之楊桃園與傳統施藥防治園兩者的花姬捲葉蛾族群密度，結果顯示花姬葉蛾發生每年出現兩個族群高峰 1-5 月及 9-12 月，於 5-9 月間密度較低。利用性費洛蒙進行大量誘殺雄蟲後，處理區每週每個誘蟲器平均誘蟲數僅爲 1.0-4.5 隻，傳統施藥防治園每週每個誘蟲器平均誘蟲數則爲 3.2-20.1 隻，性費洛蒙大量誘殺之楊桃園花姬捲葉蛾密度降低百分率達 75.5-89.4% 。又誘殺區的果實被害率介於 0.62-1.9% ，雖較傳統施藥防治區者稍高 (0-1.0%) ，惟防治成本可大幅降低。

⑶交配干擾法 [18, 29, 30] ：

花姬捲葉蛾的性費洛蒙交配干擾劑，是由較高劑量的性費洛蒙 40-50 mg 裝塡於橡皮帽而成，每公頃平均設置 1200 個干擾劑（總共約 50 g 性費洛蒙），使果園中充滿性費洛蒙的氣味，以混淆雌、雄蛾間交尾信息的溝通，而使交尾受阻而終老死亡。施用干擾劑時，需先清園或施用殺蟲劑以降低花姬捲葉蛾及其他害蟲的密度，再約每隔 3-4 公尺懸掛一個干擾劑，干擾劑懸掛高度約 150 公分，每分地以棋盤式懸掛 120 個干擾劑，果園周邊需加強增設干擾劑。交配干擾劑施用期間，可以監測用性費洛蒙誘蟲器監測干擾劑的有效性，如果誘蟲器誘捕不到雄蟲，則表示干擾劑發揮效用，反之，其作用則漸失效。另外，干擾劑施用期間，果園周邊宜視狀況施以藥劑，以防止受孕雌蟲由臨近果園入侵產卵爲害。

於 1990-1997 年間於苗栗縣卓蘭鎭楊桃園中進行試驗，比較利用性費洛蒙干擾劑行交配干擾法之楊桃園與傳統施藥防治果園，對花姬捲葉蛾防治之效果，結果顯示干擾劑持效性長達 5 個月，在干擾劑施用期間，僅使用殺菌劑而未施用殺蟲劑之干擾劑處理果園較傳統施藥防治果園的誘引抑制率及交尾抑制率，分別爲 94.6-100 % 及 48.0-96.3 % ，處理果園的果實被害率較對照果園減少 15.8-93.2 % 。

理論上施用性費洛蒙干擾劑，使田間 50% 雌性成蟲終生未能交尾而產卵爲害，即與施用農藥的殺蟲率 50% 的防治效果相當（假設農藥對蛀蟲類害蟲的卵、幼蟲及蛹具微小殺傷力）。田間藥劑防治試驗顯示，殺蟲劑每週施藥一次，連續施藥四至五次，其防治率約爲 55.2-71.4 % [27] 。施用性費洛蒙干擾劑即可獲得前述相似的防治效果，且其特效性可長達 5 個月。性費洛蒙干擾劑成本粗估爲 30 元 /

個，每公頃設置 1200 個交配干擾劑，則 5 個月防治資材之成本為 36,000 元；以藥劑防治之成本估算，若每週施藥一次，則每公頃 5 個月之藥劑防治成本約為 40,000 元，若再考慮每次施藥人工費用，則性費洛蒙干擾劑防治之成本將較傳統藥劑防治者再降低，估計 5 個月期間性費洛蒙干擾劑防治區的防治成本較傳統施藥防治區者減少一半。因此，若能以性費洛蒙為主要管理技術，輔以其他防治技術，綜合應用以降低蟲源，將能更安全、有效地抑制花姬捲葉蛾對楊桃的危害，且可降低農藥對環境生態的衝擊。

**2. 栽培管理：**

套袋法 (8, 42)：花姬捲葉蛾與東方果實蠅是為楊桃果實最關鍵的害蟲，可採行套袋法阻隔彼等為害楊桃。在楊桃果實生長至約 5-6 公分時（開花後 30-40 日），配合疏果作業，進行果實套袋。套袋前宜徹底進行病蟲害防治，且待藥液乾燥後始行套袋，以免發生藥害；又套袋方式要合乎標準，袋口需緊縮束緊，以免介殼蟲等細小昆蟲由袋口縫隙入侵果實。

網室栽培 (42)：於南部地區曾嘗試以 10-12 網目的網室栽培楊桃，以阻隔花姬捲葉蛾與果實蠅危害，宜注意網室內授粉昆蟲適應問題，及網室通風、日照不良，果樹易生徒長枝，且易誘發葉蟎危害問題，又網室栽培成本較高，故網室栽培楊桃合適性有待繼續研究改進。

果園環境衛生 (10, 42)：楊桃園內地面常見滿佈落果，其中每一被害果內可能含一隻花姬捲葉蛾幼蟲或 10 餘隻果實蠅幼蟲，故地面被害果如無妥善處理，將成田間蟲源。因此，被害果或落果宜收集做適當處理，如能密封裝袋發酵成肥料或長期浸水，以殺死果實內之幼蟲，將可減少花姬捲葉蛾及果實蠅的孳生源。清除果園內被害果是相當有效降低果園害蟲族群密度方法之一，惟常因較費人力，農民未能確實執行，尤其是有些廢棄果園無人管理，成為害蟲孳生繁衍場所，更是影響害蟲防治成效重要原因之一。

**3. 藥劑防治 (7, 8, 27)：**

室內藥效試驗結果顯示，一般殺蟲劑對剛孵化之初齡幼蟲皆有良好的毒殺效果，但當幼蟲蛀入果實內部為害後，各種藥劑對果實內部的幼蟲之毒效即不理想，故藥劑防治時宜考慮適期施藥。目前推廣之防治藥劑為 2.8 % 第滅寧 (Deltamethrin) 乳劑稀釋 1500 倍，每公頃每次使用量為 0.7-1.0 公升，每隔 7-10 日施藥一次，採收前 6 日應停止施藥。

**4. 抗蟲品種 (7)：**

何氏曾調查 11 種楊桃品種，包括：嘉義大有、鳳山大有、蜜桃、台灣酸味、南洋、石鼇、五斂頭、白色、 901 、秤錘及正種等，對花姬捲葉蛾為害之抗性，結

果顯示各品種之平均被害率介於 26.6-40.5 % 之間，而平均果實內幼蟲數介於 0.3-1.5 隻間，均無顯著性差異，顯示目前栽培的各種楊桃品種並無特殊抗性。

# 東方果實蠅

## 一、東方果實蠅生物特性及為害生態

東方果實蠅 (*Bactrocera dorsalis* (Hendel)) 是東南亞及環太平洋地區重要的果樹害蟲，在台灣俗稱 " 蜂仔 " ，其為害的果樹種類有 50 餘種，其中又以番石榴、楊桃、芒果、蓮霧、柑桔、釋迦、印度棗、酪梨、百香果、紅龍果、枇杷、桃、梨、李等經濟果樹受害最為嚴重 (38) 。台灣因屬熱帶與亞熱帶氣候，全年均有水果生育，故周年皆可見果實蠅猖獗為害，雌成蟲產卵於果皮內，幼蟲蛀食果肉，被害果實呈水浸狀腐爛，不堪食用，影響各種水果之產量與品質甚鉅，甚且造成我國水果外銷檢疫之難題，使得政府與果農每年都需花費億元以上的防治費用。

果實蠅一年可發生 8-10 代，各蟲期發育日期主要隨溫度變化而異，溫度在 25-30 °C時，完成一世代約需 24-32 日。通常卵期 1-2 日，幼蟲期 6-10 日，老熟幼蟲具負趨光性，會脫離果實跳躍進入土中化蛹，化蛹深度在土表 1-20 公分間，蛹期 6-10 日，成蟲壽命一般為 1-3 個月，大部分在 60-80 日之間。一般成蟲白天活動，早晨 10 時左右開始飛行活動，至果園中覓食、產卵，成蟲於田間食物的來源主要為同翅目等昆蟲分泌之蜜露及植物花蜜或植物枝葉流出之汁液或露水等。中午期間期通常停留於果園內，至下午三、四點後再度飛出活動，夜晚棲息於植物林樹叢中。雌成蟲產卵前期約 7-12 天，一般在日落後 1-2 小時間進行交尾，雌成蟲經交尾一次，則可持續產卵達一個月，產卵量隨成蟲之日齡增加而增加，於第 15-25 日齡達高峰，之後生殖力逐漸減退。於產卵高峰期間，每次產卵高峰後需經 1-2 日再恢復產卵高峰，平均每日可產卵 30 粒，每次產卵量不一定，多在 10 粒左右，雌成蟲一生可產 400-1000 粒卵，每隻雌成蟲每日平均可產卵為害 1-3 粒果實，因此，如無適當的防治，果園中果實會幾近百分之一百受害 (3, 4, 34, 38, 39) 。

果實蠅發生高峰的時期會因地區性果樹果實成熟期之不同而有差異，成蟲密度通常自 3 月間開始增加，最早在 5 月，至遲在 7 月常會形成一族群高峰， 10 月以後因多種偏好寄主都已採收，密度開始下降，於 11 月至 3 月間密度較低，惟此期間楊桃果實仍生育當中，常成為果實蠅主要的寄主。

## 二、害蟲綜合管理技術

*1.* 含毒餌劑或食物 / 產卵誘引劑利用：

目前政府全面推廣滅雄法 (Male annihilation)，即利用含毒甲基丁香油蔗板，懸掛於果樹上或投放於田間，希冀大量誘殺果實蠅雄蟲，以降低田間雌蟲交尾機會，而減少果實蠅族群密度。台灣早在 1956 年即已開始應用本法至今，含毒甲基丁香油誘殺效力持久，為果農普遍使用 [3, 4, 38, 39]。由於含毒甲基丁香油僅能誘殺雄蟲，對直接危害果實的雌蟲無誘殺效果，加上果實蠅寄主植物繁多且遷移性強，含毒甲基丁香油雖然抑制部分果實蠅族群的增長，但未能有效減低果實被害率。最近甲基丁香油已被報告具基因致變異性，且對大、小鼠毒理試驗屬致癌物質，長期使用是否對人體造成慢性毒害有待探討，將來含毒甲基丁香油應用宜有替代方案 [33, 39]。

利用食物誘殺法可同時誘殺果實蠅雌成蟲與雄成蟲，目前常用蛋白質水解物或鮮果（汁）添加殺蟲劑，置放於開口的寶特瓶或鐘形（麥氏）誘蟲器內，於果園內懸掛一定數量的誘雌誘殺器，可誘殺果園內相當數量的雌成蟲與雄成蟲，長期使用，對降低果園內之雌成蟲數及果實被害率有相當助益。惟食物誘殺法的缺點是誘餌持久性較短約一週，有效誘引距離短約 2-3 公尺（此亦是優點，不會誘引果園外的果實蠅），故需高密度置放誘殺器且需經常更換誘餌，較為不便。最近，番石榴果實中揮發性成分曾被分離鑑定出來，其中的乙酸乙酯 (Ethyl acetate) 成分對果實蠅雌、雄成蟲均具誘引能力，又發現 50 % 糖蜜溶液添加 3 % 乙酸乙酯可增加糖蜜溶液的誘引力達 2 倍以上，其持效力約可達 2-3 週，於 $4 \times 4\ m^2$ 的網室內對果實蠅的誘殺率可達 80 %，極具田間應用潛力 [31, 33, 39]。

黃色黏紙誘殺法，是利用果實蠅成蟲對黃顏色具趨性作用配合黏膠來誘殺成蟲，對雌、雄成蟲均可誘殺，惟其不具專一性，誘引的昆蟲種類衆多，且約經一週因黏膠紙上佈滿各種類昆蟲及灰塵而失去誘殺作用。

含毒甲基丁香油及食物 / 產卵誘引物質，除可應用來直接誘殺果實蠅外，亦可利用作為田間果實蠅族群密度調查監測的工具，可隨時瞭解田間果實蠅族群動態狀況，供做採行防治決策的參考。

由於果實蠅寄主種類繁多，移動性大，雄成蟲棲息場所不一定在果園內，因此，果實蠅的誘殺防除，宜採區域聯合防治策略，政府採全面投放含毒甲基丁香油蔗板，而各別的果園內除懸掛分發的含毒甲基丁香油蔗板外，如能使用可誘殺雌成蟲與雄成蟲的食物 / 產卵誘殺劑雙管齊下，長期使用將可使果園內果實蠅密度顯著降低，而減少果實被害率。

**2. 栽培管理：**

果實蠅的栽培管理防除措施包括：套袋法、網室栽培、果園環境衛生等可參考花姬捲葉蛾者。

**3.藥劑防治：**

農民習慣於楊桃結果期間，直接以政府推廣的殺蟲劑噴灑於果樹上，期望能直接撲滅果實蠅產卵爲害，此舉能快速短暫地降低果實蠅成蟲密度，但對已存在果實內之卵與幼蟲無毒殺效用，過度噴藥易產生抗藥性與農藥殘留過量的問題，故不宜以噴藥爲唯一的防治措施。

另外，噴藥時如能添加蛋白質水解物或其他誘引物質（糖蜜），同時只局部噴施於果園周圍圍籬植物上或部分果樹植株上，引誘果實蠅雌、雄成蟲前來取食而中毒死亡，將可增加殺蟲劑效果，同時減低施藥量及傷害天敵與農藥殘留問題。

**4.生物防治** (34, 35, 44) **：**

東方果實蠅之天敵，於蛹期在土壤中易受蟻類等捕食外，幼蟲期與蛹期以寄生蜂類爲主要生物防治。夏威夷曾利用 *Opius* 屬的幾種寄生蜂對果實蠅進行生物防治，自 1952 年應用成功後，迄今仍利用當中。在台灣果實蠅的寄生蜂種類，包括：小繭蜂科的 *Opius formosanus* Fullaway 、*O. arisanus* Sonan 、*O. makii* Sonan 、*O. flecheri* Silvestri 、及 *Tachinoaephagns* sp. ，黃金小蜂科的 *Pachycerepoideus vindemmiae* ，及沒食子蜂科的 *Spalangie* sp. 等七種，其中以 *O. formosanus* 最常見，數量亦最多。前述果實蠅的幼蟲寄生蜂寄生率在嘉義地區扁櫻桃的落果爲 5-56.5 % ，蓮霧落果爲 0.9-35.0 % ，番石榴落果爲 3.6-13.9 % ，惟都未能有效控制果實蠅的發生。姚氏於 1977 年在北部地區曾調查採集到 *O. formosanus* 與 *O. arisanus* 兩種，但寄生率甚低。其於 1979 年在花東地區曾採得 *Biosteres* (*Opius*) *longicaudatus* var. *formosanus* 一種，寄生率亦低爲 0.2-2.8 % 。姚氏曾於 1985 年自夏威夷引進屬姬蜂總科，小繭蜂科的幼蟲寄生蜂 *Diachasmimorpha longicaudatus* ，已於室內可飼養繁殖，且將技術轉移至苗栗改良場，未來除繼續在大量繁殖技術上改進外，亦需進行田間釋放並評估其效用。前述果實蠅的天敵種類雖多，但多緩不濟急，果農仍需以藥劑防治果實蠅。

**5.不孕性昆蟲技術應用 (Sterile-insect technique, SIT)** (3, 39) **：**

台灣自 1975 年起曾實施不孕性昆蟲技術防治法，即以輻射線鈷 60 照射處理東方果實蠅，使雄成蟲產生不孕後，再釋放至田間，而與田間雌成蟲交尾後產生無受精卵，使果實蠅子代逐漸降低。該防治技術曾連續實施 9 年，果農反應成效不錯，惟因所需經費有限，釋放不孕果實蠅蟲數無法涵蓋台灣整個區域，至 1984 年全面停止釋放不孕性果實蠅，改採用含毒甲基丁香油滅雄法。

# 葉　蟎

## 一、葉蟎生物特性及爲害生態

爲害楊桃之葉蟎，以俗稱 " 紅蜘蛛 " 者發生較多，其中以柑桔葉蟎 (Citrus red spider mite, *Panonychus citri* (McGregor)) 最爲普遍，尤其在楊桃園靠近柑桔園時；其次爲神澤氏葉蟎 (Kanzawa spider mite, *Tetranychus kanzawai* Kishida)、東方褐葉蟎 (*Eutetranychus orientalis* Klein) 及赤葉蟎 (*Tetranychus cinnabarinus* Boisduval)。另外，俗稱 " 白蜘蛛 " 的二點葉蟎 (Two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch)，在東勢與卓蘭鎮地區之楊桃園較常見 [10, 36, 37]。葉蟎個體細小，初期發生時較難發覺，待後期猖獗爲害，將造成損害。成蟎與幼若蟎皆以吸食葉片汁液爲生，但不直接爲害果實，受害葉片呈枯黃斑點狀，嚴重發生時會造成落葉，影響植株、果實之生育。葉蟎類完成一代短者 10 餘日，長者 20 餘日，每年可發生 10-20 餘代，於溫暖乾燥的季節發生較多，尤以 10-3 月間爲甚，當施藥不當而造成毒殺天敵及產生抗藥性時，往往造成噴藥愈多而葉蟎發生愈嚴重的現象 [36, 37, 43]。

## 二、害蟲綜合管理技術

### 1. 藥劑防治：

於害蟎發生密度達每葉 5 隻時，可選用推薦殺蟎劑 2.8 % 畢芬寧 (Bifenthrin) 乳劑稀釋 2000 倍，每公頃施用量 1.2-1.5 公升，每隔 7-10 天施藥一次，連續施藥二次，且每次施藥時能針對葉蟎喜棲息葉背部位均勻噴灑。由於葉蟎之世代短且繁殖力強，易產生抗藥性，當發生葉蟎時，宜選擇對天敵較低毒藥劑，且每次輪換不同類別的藥劑使用，以減低葉蟎重複猖獗發生現象。

### 2. 生物防治 [10, 20, 37]：

葉蟎之生物防治，尤其針對外侵害蟎二點葉蟎，農試所曾於 1983 至 1990 年陸續自美國及澳洲引進加州捕植蟎 (*Amblyseius californicus*)、法拉斯捕植蟎 (*A. fallacis*)、智利捕植蟎 (*Phytoseiulus persimilis*)、及西方捕植蟎 (*Typhlodromus occidentalis*) 等，該等捕植蟎均已立足台灣，惟其中以法拉斯與智利兩種捕植蟎對二點葉蟎之生物防治效果較佳。另有土本捕植蟎如體型較大的長毛捕植蟎 (*Amblyseius longispinosus* (Evans)) 及卵形捕植蟎 (*A. ovalis* (Enans)) 等可利用。溫氏捕植蟎 (*Amblyseius womersleyi* Schicha) 曾被大量繁殖並大量釋放，以生物防治楊桃上的二點葉蟎。於每年 3-4 月及 9-11 月間二點葉蟎發生盛期，每分地釋放 5,000 隻溫氏捕植蟎一次 ( 如有噴施殺蟎劑，則於施藥後 7-10 日，再增加釋放捕植

蟎一次），可達有效抑制二點葉蟎族群密度，惟於釋放 6-8 週後，即無法採集到溫氏捕植蟎，但有利田間卵形捕植蟎生存，發揮生物防治效用 (19) 。

在楊桃園內常可見羅氏小黑瓢蟲（*Stethrus loi*）、鄭氏小黑瓢蟲（*Stethrus chengi* Sasaji）、小黑隱翅蟲（*Oligota oviformes* (Casey)）、六點薊馬（*Scolothrips sexmaculatus* Pergande）、小黑花椿象（*Orius* sp.）、西方癭蠅（*Arthrocnodax occidentalis* Felt.）、安平草蛉（*Chrysopa boninensis* Okamoto）及前述捕植蟎等天敵，該等天敵均可捕食各種葉蟎，以羅氏小黑瓢蟲出現頻率較高，宜避免輕易噴施藥劑，以免減低天敵之數量而導致葉蟎猖獗爲害。

**3. 栽培管理：**

葉蟎類常在果園內雜草上越冬之現象，故宜於冬季剪枝及來春除草時，去除不必要的枝條及雜草，以降低來春葉蟎來源。

# 柑桔粉介殼蟲

## 一、柑桔粉介殼蟲生物特性及爲害生態

柑桔粉介殼蟲（*Planococcus citri* Risso），一年發生 8-9 代，自卵到成蟲產卵，完成一世代約需時一個月，一般雌蟲產卵量爲 235-507 粒。粉介殼蟲主要發生期在 11 月至翌年 5 月間之低溫乾燥期，成蟲與幼蟲平常零星分佈在光照或通風不良之枝葉或果實蒂部，吸食汁液爲害，尤其是在楊桃套袋後之果實蒂部，常爲其藏匿繁殖場所，不僅吸食果實外，其分泌的蜜露亦引發眞菌性黑煤病，受害果實多失去商品價值 (21, 25, 40) 。

## 二、害蟲綜合管理技術

**1. 性費洛蒙利用：**

目前柑桔粉介殼蟲的性費洛蒙已知爲（＋）-2,2-二甲基-3-（異丙烯基）-環丁烷甲基乙酯 ((IR-cis)-（＋）-2,2-dimethyl-3-(1-methylethenyl)cyclobutanemethanol acetate) (49) ，因此，可利用柑桔粉介殼蟲性費洛蒙誘捕器來偵測雄成蟲之飛行活動，並預測初齡若蟲出現期，可供藥劑防治適期之參考 (23) 。

**2. 栽培管理：**

楊桃樹適度剪枝，使果園光照充足、通風良好，尤其在冬期清園大剪枝後能徹底施藥一、二次，可有效降低粉介殼蟲或其他害蟲翌年春季發生之蟲源。

**3. 藥劑防治：**

目前柑桔粉介殼蟲的防治仍多偏重化學藥劑的使用，部分地區則兼採生物、栽

培管理與藥劑進行綜合防治 (47, 48, 56) 。多數藥劑對若蟲較成蟲有效，以連續施藥 2-3 次，同時對枝幹間活動的造訪螞蟻一併處理，可提高防治成效 (22, 40) ，惟施用殺蟲劑同時對天敵亦產生相當程度的毒殺效果，故宜選用對天敵較低毒之藥劑，或選擇天敵之卵期、蛹期或老齡幼蟲期等對藥劑抵抗性較大的蟲期作生態選擇性 (Ecological selectivity) 施藥，將可降低藥劑對天敵之毒害，而提高天敵與藥劑配合綜合防治該粉介殼蟲的成效 (22, 56) 。當大發生時，需施藥防治時，可選擇花姬捲葉蛾防治藥劑於 1-2 齡若蟲期適期施藥。

**4. 生物防治：**

柑桔粉介殼蟲的天敵，國外報告多達 20 餘種，主要分屬瓢蟲科、脈翅目、跳小蜂科及某些蟲生真菌，並曾有利用天敵配合殺蟲劑有效防治該蟲成功的範例 (47, 48, 50) 。台灣柑桔粉介殼蟲的天敵主要有蒙氏瓢蟲 (*Cryptolaemus montrouzieri* (Mulsant)) 、二星小黑瓢蟲 (*Scymnus* (*Nephus*) *ryuguns* Kamira) 、安平草蛉 (*Chrysopa boninensis* Okamoto) 、及廣角跳小蜂 (*Anagyrus sawadai* Ishii) 等多種 (44) ，惟仍未能有效利用達到防治效果。

## 其他次要或偶發性害蟲的防治適期及防止外來害蟲的入侵

除了前述四種主要害蟲可造成楊桃生產重大損失外，幾種次要的害蟲亦局部偶發而為害楊桃 (6, 7, 10, 58) ，包括：膠蟲與淡圓介殼蟲的若、成蟲寄生枝條或葉片，並誘生黑煤病，偶而局部發生，除可剪除被害枝葉外，宜選在若蟲發生期用藥防治。斑星天牛成蟲常於 4-7 月間出現，幼蟲蛀食為害樹幹基部。咖啡木蠹蛾成蟲則局部發生於 4-5 及 9-10 月，幼蟲蛀食為害較細之枝條，造成枯株。毒蛾類以小白紋毒蛾與台灣黃毒蛾為主，幼蟲取食嫩葉、花穗及幼果，於 4-6 月間發生較多。杜鵑粉蝨狀如小黑點，主要為害葉片，吸食汁液並引發黑煤病，於 3-5 月間發生較多。龐達巢粉蝨偶而為害葉片誘生黑煤病。大桔蚜蟲偶發生為害新梢花穗與幼果，嚴重時誘發黑煤病，使受害花穗萎凋。香蕉花薊馬為害新梢花穗及幼果，偶而局部發生。鳥羽蛾幼蟲主要為害新梢嫩葉與花穗，平時有姬蜂及黃金蜘蛛二種天敵控制，於 5-6 月間族群密度較高。金龜子主要有台灣青銅金龜、赤腳青銅金龜及白點花金龜等，成蟲於 6-7 月間出現，食害葉片、嫩梢花穗及果實。葉蟬主要為綠葉蟬與褐葉蟬，該兩種葉蟬是芒果主要害蟲，與芒果園臨近的楊桃園較易發生，葉蟬的若、成蟲主要吸食葉片汁液為害。大避債蛾幼蟲結繭藏於其內，懸掛於枝葉上，取食葉片為生；白蟻為害根部與樹幹，兩者於管理不善楊桃園較易發生。另外，冬春

之際，常見痲雀及白頭翁爲害楊桃果實，防治不易，尤於靠近山坡地區之果園發生較嚴重，果農常以嚇阻方式或採用鳥網防制[41]。近年來，扁蝸牛之族群有增加現象，食害葉片、花穗及果實，在多雨季節雜草叢生場所，較易孳生繁殖。

前述次要害蟲偶而局部發生爲害，大多由於果園平時疏於管理所致，果園平時如有必要的管理措施，適時整枝、修剪、施藥、除草等工作，並注意清除被害或腐爛落果，前述次要害蟲不易發生，偶而局部發生，爲害亦不大。此類害蟲少量發生爲害時，可採栽培管理法防除之，包括剪除被害枝條（葉）殺死其內幼蟲，或以沾有藥劑棉球塞入蛀食孔道，燻殺其內幼蟲等，爲害嚴重時仍多採行藥劑防治，惟進行藥劑防治時，必需要瞭解害蟲猖獗發生時期及把握害蟲生活環的弱點，以便適期施用藥劑，發揮藥劑最大的殺蟲效用，惟開花期宜避免用藥，以免傷及授粉昆蟲。又因前述多種次要害蟲目前並無推薦藥劑可供使用，可參考花姬捲葉蛾及果實蠅推薦藥劑施用，亦當可行。茲將目前台灣楊桃重要害蟲發生爲害月份與防治適期，及推薦或參考使用藥劑，綜理列於表二，以供藥劑防治之參考。

總言之，楊桃害蟲綜合管理最重要的是果實生育期間的蟲害管理，以花姬捲葉蛾及果實蠅爲害最嚴重，柑桔粉介殼蟲亦偶而寄生果實爲害，可應用前述性費洛蒙/誘引劑利用技術爲蟲害管理主軸，進行監測該等害蟲發生狀況，甚或進行大量誘殺與交配干擾防治之。另外，於幼果期進行疏果並徹底施藥防治病、蟲害後，予以套袋，即可阻隔花姬捲葉蛾與果實蠅爲害，惟注意套袋不留縫隙則兼可防止粉介殼蟲侵入爲害果實。葉蟎類平時依賴各種天敵維持生態平衡，常於秋、春兩季發生，當葉蟎發生密度達每葉 5 隻時，始選用無藥害的殺蟎劑，間隔 7-10 日連續施藥二次，可達徹底而長期之防治效果。至於其他次要害蟲偶而發生，對於蛀食或寄生枝幹與枝條的害蟲，發現時應立即處理，可剪除被害枝條殺死其內幼蟲，或以沾有藥劑棉球塞入蛀食孔道，燻殺其內幼蟲。而一般爲害葉部新梢的害蟲當發生嚴重時，視防治對象害蟲生活環的弱點，適期施藥，惟開花期宜避免用藥，以免傷及授粉昆蟲或天敵，如此掌握各害蟲的猖獗發生時期，綜合應用各種管理技術，將可達有效、經濟、安全之害蟲綜合管理終極目標。

另外，幾種國外的楊桃害蟲[57]，植物檢疫防疫單位宜特別留意其入侵台灣。尤其是楊桃果實蠅 (Carambola fruit fly, *Bactrocera carambolae* (Drew & Hancock)) 發生在南半球的南美蘇利南、印尼、馬來西亞及泰國南部，除爲害楊桃果實外，可爲害西印度櫻桃，芒果、番石榴、印度棗、柑桔、腰果等果樹的果實，宜嚴防其入侵台灣。加勒比海果實蠅 (Caribbean fruit fly, *Anastrepha suspensa* (Loew)) 及地中海果實蠅 (Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* (Wiedemann)) 分別於美國佛羅里達及夏威夷州爲害楊桃果實，亦需嚴防其入侵台灣[46, 53]。又在

表二、臺灣楊桃主要害蟲發生期及藥劑防治適期

Table 2. Timing of application for controlling key insect pests on carambola trees in Taiwan

| 害蟲種類 | 月份 | | | | | | | | | | | | 推廣（參考）藥劑 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| | （結果期） | | | | | （結果期） | | | | | | | |
| 花姬捲葉蛾 *Eucosma notanthes* | × | | | | | × | × | × | × | × | × | × | 第滅寧 |
| 東方果實蠅 *Bactrocera dorsalis* | | | | | | | × | × | × | × | × | | 芬殺松、撲滅松＋蛋白質水解物 |
| 葉蟎 Mites | | | × | × | | | | | × | × | × | | 畢芬寧 |
| 柑桔粉介殼蟲 *Planococcus citri* | × | × | | | | | | | | × | × | × | 參考花姬捲葉蛾 |
| 斑星天牛 *Anoplophora maculata* | | | | × | × | × | × | | | | | | （加保扶，石灰劑） |
| 咖啡木蠹蛾 *Zeuzera coffeae* | | | | × | × | | | | × | × | | | 參考花姬捲葉蛾 |
| 小白紋毒蛾 *Orgyia posticus* | | | × | × | × | | | | | | | | 參考花姬捲葉蛾 |
| 臺灣黃毒蛾 *Euproctis taiwana* | | | | | | × | × | | | | | | 參考花姬捲葉蛾 |
| 鳥羽蛾 *Diacrotricha fasciola* | | | | | × | × | | | | | | | 參考花姬捲葉蛾 |
| 粉蝨類 Whiteflies | | | × | × | × | | | | | | | | 參考花姬捲葉蛾 |
| 蚜蟲類 Aphids | | | | | × | × | | | | | | | 參考花姬捲葉蛾 |
| 金龜子 Green beetles | | | | | | × | × | | | | | | 參考花姬捲葉蛾 |
| 膠蟲 *Kerria Lacca* | × | × | | | × | × | | | | | | × | （撲滅松） |

美國佛州，楊桃害蟲尚包括有(57)：長毛盾蚧 (Plumose scale, *Morganella longispina* (Morgan)) 、*Diaprepes abbreviatus* L. 、燈蛾 *Ecapantheria scribonia* (Stoll) 取食葉片， *Platynota rostrana* (Walker) 取食果實，稻綠椿 (Southern stink bug, *Nezara vividula* (L.)) 和翼腿綠椿 (Leaf-footed bug, *Leptoglossus* spp.) 的若、成蟲取食果實汁液，小橘蚜 (Black citrus aphid, *Toxoptera aurantii* (Boyer de Fonscolombe)) 取食嫩梢，吸果夜蛾 (Fruit piercing moths, *Gonodonta* spp.) 和木葉蛾 (*Eudocima* spp.) 成蟲於夜間吸食果實汁液爲害，紫偽葉蟎 (Tenuipalpids, *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes)) 取食果實，造成果實變成古銅色。

## 未來展望與結論

現今世界農業生產的新潮流是有機農法的永續農業理念，而永續農業的植物保護趨勢是害物綜合管理 (Integrated pest management, IPM) ，各國的專家學者已公認害物綜合管理及許多替代性的防治方法，是唯一可減少傳統農藥使用的策略(45, 51, 57)。依據 1972 年 FAO 提出的綜合害物管理 IPM 的定義爲 " 考量生物的族群動態與其周遭的環境爲整個體系，在可相容的方式下，使用適當的技術或方法，使能抑制害物族群低於經濟危害限界以下，該等技術或方法的運用，不僅包含害物生物學全部的知識，如所有影響害物的生物因子以及影響作物生態系的非生物因子，且考慮市場的目的，包括產品出口或是國內消費需求 "(57)。

理論上，熱帶果樹栽培提供一相當長期且穩定的生態環境，也提供一連續性的棲息地（環境）給有害生物及其天敵，因此，熱帶果樹所需的生態環境，很適宜進行生物防治或另類的綜合害物管理計畫。但是農業活動即是自然生態平衡的破壞者，由於近代果樹栽培多屬商業化生產方式，爲了產品價格與消費者需求，常追求高產量與高品質，避免不了地密集使用廣效性的殺蟲（菌）劑，導致有害生物族群密度不穩定的變化，最終造成習慣性以藥劑防治爲唯一防治害物的方法，因而產生各種不良後遺症。

Aluja(1994) 認爲有二種相反的力量主導害物管理的動態：一是全球化的市場機制，另一是農業的永續經營與生物多樣化的保育觀念。一般市場經濟上的考量多過自然保育的觀念，市場需求的力量常要求生產的水果不可有任何的傷疤及瑕疵，造成必需經常性使用化學藥劑並配合檢疫處理才能達到市場需求的標準，使得其他非化學藥劑的另類害物管理技術未能發揮其應有的效用。另外，爲了防止雜食性害物移動入侵的問題，在較大地理環境栽植相同果樹時，宜採區域性聯合防治 (Area-

wide pest control)，將可更有效地達到害物管理的目的。又在區域性聯合防治時，果樹栽培者能一致性地追求害物族群總數管理策略 (Total pest population management strategy)，則在該區域性聯合防治區內，害物發生總數會隨時間增長而降低，而果園間的移動入侵害物數目也會降低。惟要實行區域性聯合防治，需要生產者強而有力的組織運作，才能增加管理技術的複雜度，也使害物管理變的更有效果 [57] 。

Malavasi 等人 (1994) 提出專為出口的水果，可建立一個無特定害物生產區的觀念 (Specific pest free area)，該生產區內沒有重要的檢疫害物發生，且藉由天然屏障或人為障礙，可與危害區 (Infested area) 做有效地隔離。無特定害物生產區可分二類：一為無特定害物發生區域 (Specific pest free zone)，屬大地理區域 (Large geographic areas)，如智利地區保證沒有熱帶果實蠅發生。另一是無特定害物發生的生產果園 (Specific pest free production groves)，要提出證明相關的檢疫害物被壓制至無法偵測的水平 (Non-detectable levels)，如美國佛羅里達州約有 22 郡地區的葡萄柚果園，經強力防治使地中海果實蠅未能於該地區發生，則該等郡果園生產的葡萄柚可外銷日本。建立無特定害物作物生產區的需求包括：(1) 要有一敏感有效的偵測計畫，(2) 要能將該區重要的檢疫害物壓制到無法偵測的水平，(3) 嚴格的田間害物防治，(4) 週延的安全防護措施以免產品於包裝與運輸過程受到害物侵害 [57] 。

Hoyt and Burts (1974) 認為發展果樹綜合防治計畫 (Integrated control programs in fruit crops)，首先必需考量：(1) 原棲息地及現棲息地有害生物相的相關知識，(2) 有害生物相在原棲地及現棲地對果樹造成的影響，(3) 天敵存在現況。台灣果樹（楊桃）害蟲綜合管理計畫的研究與實施之改進，可依循 Gonzalez (1970) 及 Hoyt and Burts (1974) 對果樹綜合防治計畫的理念 [52, 54]，再做一些調整，以適合台灣的果樹生態體系，茲簡要說明如下。

一、加強建立綜合害物管理的基礎，包括：(1) 充分了解害物的生物學與生態學知識：由於果樹被引種移植於不同國度，造成同一種果樹被栽培於氣候與地理環境差異很大的地域，影響害物分佈相及其生物特性與族群動態。又一般昆蟲可分為本地性種類 (Autochthonous species)，具有較窄地區性的分布；另一屬遷移性種類 (Inter-regional species)，可藉著自己飛行能力與氣流、或藉人力做較長距離遷移，且對寄主與環境有較強耐受性，而有較寬廣的分布，二者採行防治策略不同。(2) 取樣調查與監測：取樣調查可協助決定何種害物危害及其族群密度，以判定是否達防治基準，決定該採預防性措施 (Preventive tactics) 或治療性方法 (Curative methods)。取樣方法宜簡單可行且經濟，可快速地決定害物族群密度與果樹被害

程度或防治基準之相關性，性費洛蒙與誘引劑的利用是一有力工具。(3) 經濟限界或防治基準 (Economic threshold 或 Control action)：果樹的蟲害管理較著重保護生產水果的外觀而非最高的產量，如果水果屬出口商品，則會要求完全無受蟲害的最高品質，因此常不存在經濟（危害）限界，使得廣泛地使用農藥以預防水果遭受蟲害，同時，常因此傷害授粉昆蟲而影響產量。因此，可以經驗猜測方式暫訂防治基準，或以害蟲爲害生態決定防治適期，提供農民施藥的依據。(4) 自然致死因子：瞭解害物族群動態之生物與非生物因素，多發揮天敵的效用，並操縱環境因子，增加對害蟲殺傷的作用。

二、開發各種的害物管理技術，包括 (1) 化學防治 (Chemical control)：熱帶果樹多屬高大喬木且枝葉繁茂，常需使用大型動力噴霧器械，始能有效地施用藥劑防治害物，宜發展便利的噴藥器械及安全防護措施。雖然無可避免地要使用藥劑防治害物，但宜朝選用新一代的具選擇性藥劑，如生物性微生物製劑，或採用具生理生態選擇性的施藥方式，如選擇適當施藥時機、注意施藥部位及施藥量等，多採共同防治及重點施藥，開花期避免用藥，以降低對天敵與授粉昆蟲及其他非標的生物的傷害，同時也可減少藥劑殘留或藥害問題，以維護環境生態安全。(2) 費洛蒙與誘引劑 (Pheromones and attractants) 利用：可利用非選擇性的黏蟲紙，或發展具選擇性的誘引劑與誘蟲器配合，做爲取樣調查工具，偵測或監測害蟲之出現與發生，亦可以大量誘殺及交配干擾法抑制害蟲之族群發生。(3) 生物防治 (Biological control)：在溫帶地區，生物防治曾在綜合害物管理體系中被用爲調節害蟲族群主要技術之一，近年來某些果樹的昆蟲相生物知識亦有很大進展，而有助生物防治有效地應用。但在熱帶果樹上多種的害蟲管理使用生物防治仍是極爲有限，尤其是在熱帶果樹害蟲的微生物防治研究更被忽略。因此，宜加強果樹害蟲的天敵調查，保育本土天敵並引進外地天敵，發展大量飼育天敵的技術等。(4) 抗性品種 (Host plant resistance)：利用寄主植物的抗性是相當可信賴的蟲害管理技術之一，對果樹而言較不易實行，因培育具抗性的品種常需時 15 年以上。對熱帶果樹而言，較多的研究應用集中於柑桔、木瓜或鳳梨等果樹對病原菌的抗性，尤其是毒素病遺傳抗性的選拔，但在蟲害抗性研發上很少，仍需加強，現今分子生物技術成熟，未來宜能利用基因轉殖技術，加速果樹抗病、蟲品種的育成與利用。(5) 栽培管理措施 (Cultural practice)：常因地域及作物而異，對壓制果樹害蟲爲害有時相當的有效。包括：套袋、誘殺作物 (trap crops)、間作、適宜的雜草與土壤管理、移除寄主植物、移除被害株葉或果實、清除落葉落果田間衛生 (field sanitation) 等，均可減少害蟲族群數量，也可減少害蟲的棲息，增加天敵棲息地及活動力，將可阻礙害蟲族群生長，尤其對寡食性害蟲，限制野生寄主的栽培管理很重要。(6) 其他方

法：如不孕雄蟲技術、遺傳控制，隔離措施等。

臺灣地處熱帶及亞熱帶氣候，果樹（楊桃）又屬常綠多年生作物，兩者提供害蟲棲息、取食及繁殖有利的環境及場所，而果農偏好超量使用農藥來防治病蟲害，常使得原先存在的天敵致死因子及種族繁異度消失，促成某些害蟲容易猖獗發生爲害，惡性循環地加重農藥使用量，更造成生態環境的惡化，消費者對農藥殘毒的疑懼。通常，爲害某種果樹的害蟲種類可達數十種之多，而偶發性害蟲種類僅十來種，至於農民必須採行防治措施的主要害蟲可能只二、三種。目前果樹害蟲防治仍多採藥劑防治爲主，並兼以剪枝、清園、套袋等栽培管理，亦可收有效的防治，然多種害蟲最佳的防治對策，仍有賴不斷地試驗研究改進。將來，針對臺灣果樹栽培環境及害蟲爲害的特性，宜對果樹害蟲生物習性及爲害生態做更深入的瞭解，開發更多的防治技術，多採用非傳統農藥防治法，研擬綜合管理或防治的策略，使能有效抑制害蟲的發生，並能減少因使用農藥所造成的後遺症，以提昇生態環境的品質。

## 謝　辭

本報告編入農委會農業藥物毒物試驗所發表論著編號第 9213 號。本文承蔡佳燕及劉佳瑩小姐之協助整理資料及謄寫文稿等工作，謹致謝忱。

## 參考文獻

*1.* 台灣省農林廳。 1965-1998 。台灣農業年報。

*2.* 行政院農業委員會。 2001 。農業統計年報。

*3.* 李文蓉。 1978 。東方果實蠅的生態與防治。昆蟲生態與防治研討專輯。中研院動物所專刊第三號　第 19-26 頁。

*4.* 李文蓉。 1988 。東方果實蠅之防治。果樹害蟲綜合防治研討會。中華昆蟲特刊第二號　第 51-60 頁。

*5.* 何坤耀。 1985 。楊桃果實蛀蟲及其防治初報。植保會刊 27:53-62 。

*6.* 何坤耀。 1986 。楊桃鳥羽蛾之發生與爲害。興大昆蟲學報 19:57-62 。

*7.* 何坤耀。 1988a 。楊桃害蟲之生態與防治。果樹害蟲綜合防治研討會。中華昆蟲特刊第二號　第 43-50 頁。

*8.* 何坤耀。 1988b 。楊桃果實蛀蟲防治技術改進試驗。植保會刊 30:44-51 。

*9.* 何坤耀。 1988c 。嘉義地區楊桃花姬捲葉蛾之生活史與生態。中華昆蟲 8:23-31。

10.何坤耀。 2000 。楊桃蟲害之發生與防治。楊桃綜合管理，第 237-246 頁。楊秀珠主編。農業藥物毒物試驗所印行。台中。

11.林桂瑞。 2002 。台灣和中國大陸果樹害蟲名錄。行政院農委會農業試驗所特刊第 100 號。台中。 847 頁。

12.邱煇宗。 1991 。台灣熱帶果樹害蟲之研究與發展。近年來台灣昆蟲學之研究發展研討會專刊。中華昆蟲特刊第七號 第 157-165 頁。

13.洪巧珍、黃振聲。 1991 。楊桃花姬捲葉蛾之大量飼育方法。中華昆蟲 11(3):204-212 。

14.洪巧珍、黃振聲、侯豐男。 1997 。楊桃花姬捲葉蛾之羽化交尾及產卵行爲。植保會刊 39(3):265-274 。

15.洪巧珍、黃振聲、侯豐男。 1998 。粗腳姬捲葉蛾之人工飼料飼育方法及其羽化與交尾行爲。植保會刊 40:297-307 。

16.洪巧珍、黃振聲、侯豐男。 1999 。楊桃花姬捲葉蛾性費洛蒙活性之生物檢定法比較。植保會刊 41:165-177 。

17.洪巧珍、黃振聲。 2000 。利用性費洛費蒙綜合防治楊桃花姬捲葉蛾。楊桃綜合管理，第 247-254 頁。楊秀珠主編。農業藥物毒物試驗所印行。台中。

18.洪巧珍、侯豐男、黃振聲。 2001 。利用性費洛蒙防治楊桃花姬捲葉蛾之效果評估。植保會刊 43:57-68 。

19.施劍鎣、王前智。 2002 。釋放溫氏捕植蟎生物防治楊桃及草莓二點葉蟎。農作物害蟲與害蟎生物防治研討會。台灣昆蟲特刊第三號 第 59-79 頁。

20.陳炳煇、羅幹成。 1991 。台灣害蟲與害蟎之生物防治。近年來台灣昆蟲學之研究發展研討會專刊。中華昆蟲特刊第七號 第 127-136 頁。

21.陶家駒。 1963 。爲害柑桔枝葉及果實之粉介殼蟲類。植保會刊 5:304-311 。

22.黃振聲、謝豐國、吳英秀。 1986 。藥劑對柑桔粉介殼蟲及其天敵蒙氏瓢蟲各生長期之毒性。植保會刊 28(2):155-161 。

23.黃振聲、朱耀沂。 1987 。柑桔粉介殼蟲性費洛蒙誘捕器之開發。植保會刊 29(3):297-305 。

24.黃振聲、洪巧珍、羅致逑、洪銘德。 1987 。楊桃花姬捲葉蛾及粗腳姬捲葉蛾之性誘引劑。植保會刊 29(3):321-323 。

25.黃振聲、謝豐國、洪巧珍、朱耀沂。 1988 。番石榴粉介殼虫之生活史及溫度對其族增長介量之影響。植保會刊 30(2):157-174 。

26.黃振聲、洪巧珍。 1994 。楊桃花姬捲葉蛾性誘引劑型及誘蟲器開發。植保會刊 36(1):31-40 。

27.黃振聲、洪巧珍、郭美貞。1995。楊桃花姬捲葉蛾藥劑防治效果評估。植保會刊 37(2):219-222。

28.黃振聲、洪巧珍、侯豐男。1996。楊桃花姬捲葉蛾性費洛蒙活性之生物檢定。植保會刊 38(2):119-127。

29.黃振聲、洪巧珍。1997。利用合成性費洛蒙以交配干擾法防治楊桃花姬捲葉蛾。植保會刊 39 (2):151-164。

30.黃振聲、洪巧珍。1997。楊桃花姬捲葉蛾性費洛蒙干擾劑之緩釋劑型。植保會刊 39(3):275-280。

31.黃振聲、顏耀平。1998。瓜果實蠅性費洛蒙與誘引劑及溫度對克蠅與甲基丁香油誘引力影響之研究。台灣果實蠅防治研討會專刊，第 147-172 頁。劉玉章、陳昭鈞主編。國立中興大學昆虫系編印。台中。

32.黃振聲。2001。性費洛蒙在蟲害管理上之應用與發展。跨世紀台灣昆蟲學研究之進展研討會，第 329-372 頁。國立自然科學博物館印行。台中。

33.黃振聲、顏耀平、張明謙、劉佳瑩。2002。番石榴果實揮發性成分之萃取分析鑑定及其對東方果實蠅之誘引性。植保會刊 44:279-302。

34.黃莉欣、蘇文瀛。2000。東方果實蠅之發生生態與防治。楊桃綜合管理，第 171-178 頁。楊秀珠主編。農業藥物毒物試驗所印行。台中。

35.黃勝泉、章加寶、李文蓉。1998。東方果實蠅寄生蜂大量繁殖技術。台灣果實蠅防治研討會專刊，第 226-232 頁。劉玉章、陳昭鈞主編。國立中興大學昆蟲系編印。台中。

36.張德前、劉達修。1986。楊桃葉蟎類族群消長及藥劑防治試驗。植保會刊 28:263-272。

37.溫宏治。1988。楊桃上柑桔葉蟎 (*Panonychus citri* (McGregor)) 之發生及藥劑防治。中華農業研究 37:100-104。

38.劉玉章。1981。台灣東方果實蠅之研究。興大昆蟲學報 16:19-26。

39.劉玉章。2002。台灣東方果實蠅及瓜實蠅之研究及防治回顧。昆蟲生態與瓜果實蠅研究專刊　第 1-40 頁。

40.劉達修、張德前。1984。番石榴粉介殼蟲棲群消長及其防治。中華昆蟲 4:87-95。

41.劉碧鵑。2000。楊桃栽培品種與性狀。楊桃綜合管理，第 195-200 頁。楊秀珠主編。農業藥物毒物試驗所印行。台中。

42.劉碧鵑。2000。楊桃栽培品種與管理。楊桃綜合管理，第 201-212 頁。楊秀珠主編。農業藥物毒物試驗所印行。台中。

43.羅幹成。1988。果樹葉蟎之綜合防治。果樹害蟲綜合防治研討會。中華昆蟲特刊第二號 第61-70頁。

44.羅幹成、邱瑞珍。1985。台灣柑桔害蟲及其天敵圖說。台灣省農業試驗所特刊第20號。台中。75頁。

45. Anonymous. 1988. Agricultural chemicals in California plant protection: are there alternative? Agricultural Issues Center, U. C. Davis, California, 151pp.

46. Armstrong, J. W., Silva, S. T., and Shishido, V. M. 1995. Quarantine cold treatment for Hawaiian carambola fruit infested with Mediterranean fruit fly, melon fly, or Oriental fruit fly (Diptera: Tephritidae ) eggs and larvae. J. Econ. Entomol. 88: 683-687.

47. Bartlett, B. R. 1957. Biotic Factors in natural control of citrus mealybug in California. J. Econ. Entomol. 50: 753-755.

48. Bartlett, B. R., and Loyd, D. C. 1958. Mealybug attacking citrus in California- A survey of their natural enemies and the realease of new parasites and predators. J. Econ. Entomol. 51: 90-93.

49. Bierl-Leonhardt, B. A., Moreno, D. S., Schwarz, M., Fargerlund, J. A., and Plimer, J. R. 1981. Isolation, identification and synthesis of the sex pheromone of the citrus mealybug, *Planococcus citri* ( Risso ) Tetrahedron Lett. 22: 389-392.

50. Chacko, M. J., Krishnamoorthy Bhat, P., Ananda Rao, L. V., Deepak Singh, M. B., Ramanarayan, E. P., and Sreedharan, K.. 1978. The use of the ladybird beetle, *Cryptolaemus montrouzieri*, for the control of coffee mealybag. J. Coffee Res. 8: 14-19.

51. Dent, D. 1991. Insect pest management. C. A. B. I. Wallingford, U. K., 604pp.

52. Gonzalez, D. 1970. Sampling as a basis for pest management strategies. Proc. Tall Timbers Conf. Ecol. Anim. Contr. Habitat Manage. 2: 83-101. Tall Timbers Res. Sta. Tallahassee, Florida.

53. Hallman, G. J., and Sharp, J. L. 1990. Hot-water immersion quarantine treatment for carambolas infested with Caribbean fruit fly (Diptera: Tephritidae ). J. Econ. Entomol. 83: 1471-1474.

54. Hoyt, S. C., and Burts, E. C. 1974. Integrated control of fruit pests. Ann. Rev. Entomol. 19: 231-252.

55. Hung, C. C., Hwang, J. S., Hung, M. D., Yen, Y. P., and Hou, R. F., 2001. Isolation, identification and field tests of the sex pheromone of the carambola fruit borer, *Eucosma notanthes*. J. Chem. Ecol. 27(9): 1855-1866.

56. Meyerdirk, D. E., French, J. V., Hart, W. G., Chandler, D. 1979. Citrus mealybug : effect of pesticide residues on adults of the natural enemy complex. J. Econ. Entomol. 72: 893-895.

57. Pena, J. E., Sharp, J. L., and Wysoki, M. 2002. Tropical fruit Pests and Pollinators-Biology, Economic Importance, Natural Enemies and Control. CABI Publishing, Oxon, UK, and New York, USA, 430 pp.

58. Waite, G. K., and Hwang, J. S. 2002. Pests of Litchi and Longan. In Tropical fruit Pests and Pollinators-Biology, Economic Importance, Natural Enemies and Control, 331-359 pp., Edited by Pena, J. E., Sharp, J. L., and Wysoki, M., CABI Publishing, Oxon, UK, and New York, USA.

# Abstract

Hwang, J.-S. 2003. Sex pheromone/attractant based integrated insect pest management in carambola orchard. p.83-105. *in*: Proceedings of the Integrated Management of Crops Pests in Taiwan.

(Applied Toxicology Division, Taiwan Agricultural Chemicals and Toxic Substances Research Institute, Council of Agriculture, Wufeng, Taichung, Taiwan 413, ROC)

Carambola fruit is the special agro-products of Taiwan. The total planted area of carambola fruit tree is estimated to be 1,738 hectares. The annual production of carambola fruit is about 27,000 tons, and the value is NT$ 480 million. Nearly over 20 species pests were reported to have infested carambola in Taiwan. The majority of these pests cause little damage or occur only locally and sporadically, but four or more insect pests are of major economic importance, such as carambola fruit borer, *Eucosma notanthes* Meyrick, Oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis* ( Hendel ) , spider mites, citrus mealybug, *Planococcus citri* (Risso), etc.. The paper briefly described the occurring period, damage habit, life history and field ecology of the key pests on carambola, as well as their management or control tactics with available sex pheromones/attractants techniques were reviewed. The further improvement for integrated pest management or control programs in fruit crops will be discussed.

Key words: Carambola, Sex pheromone, Attractant, Integrated insect pest management.